

## **PROCEDIMIENTOS ESCULTÓRICOS**

# **CONSTRUCCIÓN ESCULTÓRICA EN ALUMINIO CON MAQUINARIA DE CONTROL NUMÉRICO.**

JORGE VARAS

La primera vez que tomé contacto con el aluminio, fue para realizar las réplicas de dos piezas de madera ajustadas a una geometría sencilla que estuvieron incluidas en una exposición de dibujo y escultura española en pequeño formato celebrada en Stuttgart. Mi intención al utilizar este metal era conseguir una mayor estabilidad material que la que procuraba la madera de aquellas obras que compartieron espacio con Chillida, Palazuelo y Susana Solano.



Aquellas piezas se fundieron a la arena. Cuando fui a recogerlas al taller no pude evitar cierta decepción al comprobar como cada material reclama unas exigencias formales determinadas. La correcta definición de la construcción en madera delataba al trasladarse al metal un déficit en su conformación. Al ser el aluminio un material de mayor densidad, con un color neutro y una superficie homogénea que no demanda distracciones a causa de su aspecto, se explicitaban imperfecciones geométricas que en madera pasaban desapercibidas.

No obstante concienzudamente repasé los resultados, comprobando la dificultad del limado y la abrasión de este metal debido a su pastosidad, hasta conseguir una apariencia que me fuera satisfactoria.

Al recibir un encargo de Caja Madrid para realizar una edición de 65 piezas destinada a cubrir los premios culturales de todo un año patrocinados por esta entidad, necesité buscar una forma de producción en la que yo no tuviera tanta oficiosidad, evitando el trabajo repetitivo y justificando sin embargo el valor creativo de los ejemplares. Contacté entonces con un taller de mecanizados y torneados que me permitió optimizar la formalización que estaba buscando.



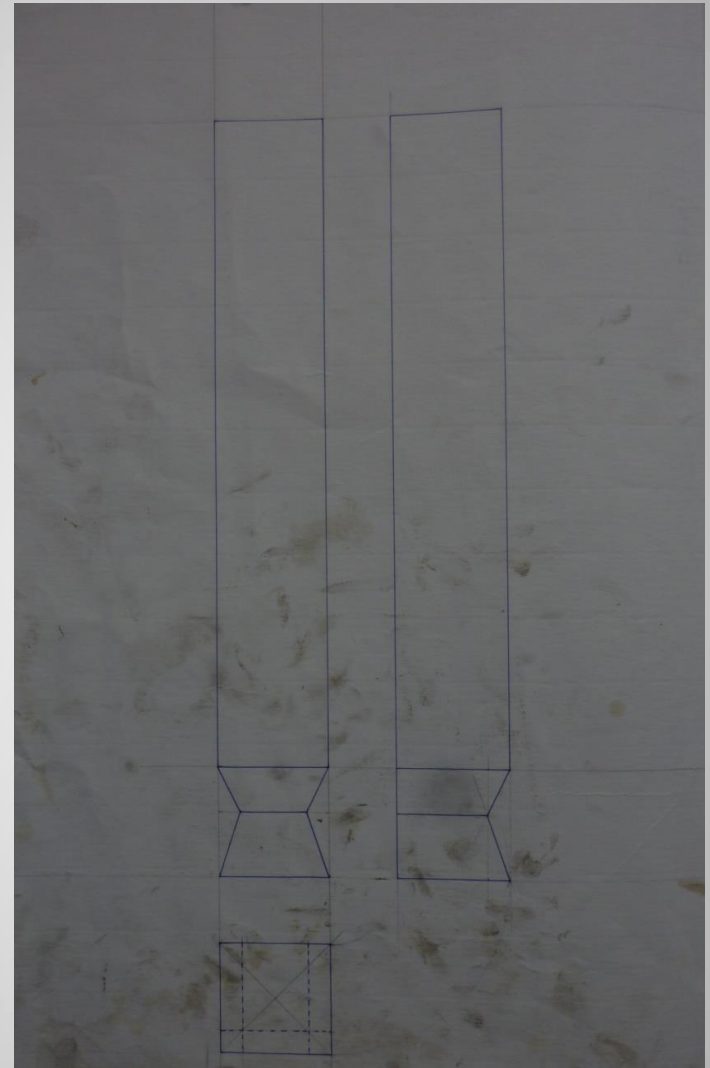


*“Pero el sorprendente crecimiento de nuestros medios y la adaptabilidad y precisión que han alcanzado nos aseguran para un futuro próximo profundas transformaciones en la industria de lo bello. En todas las artes hay una parte física que ya no puede ser vista ni tratada como antes”.*

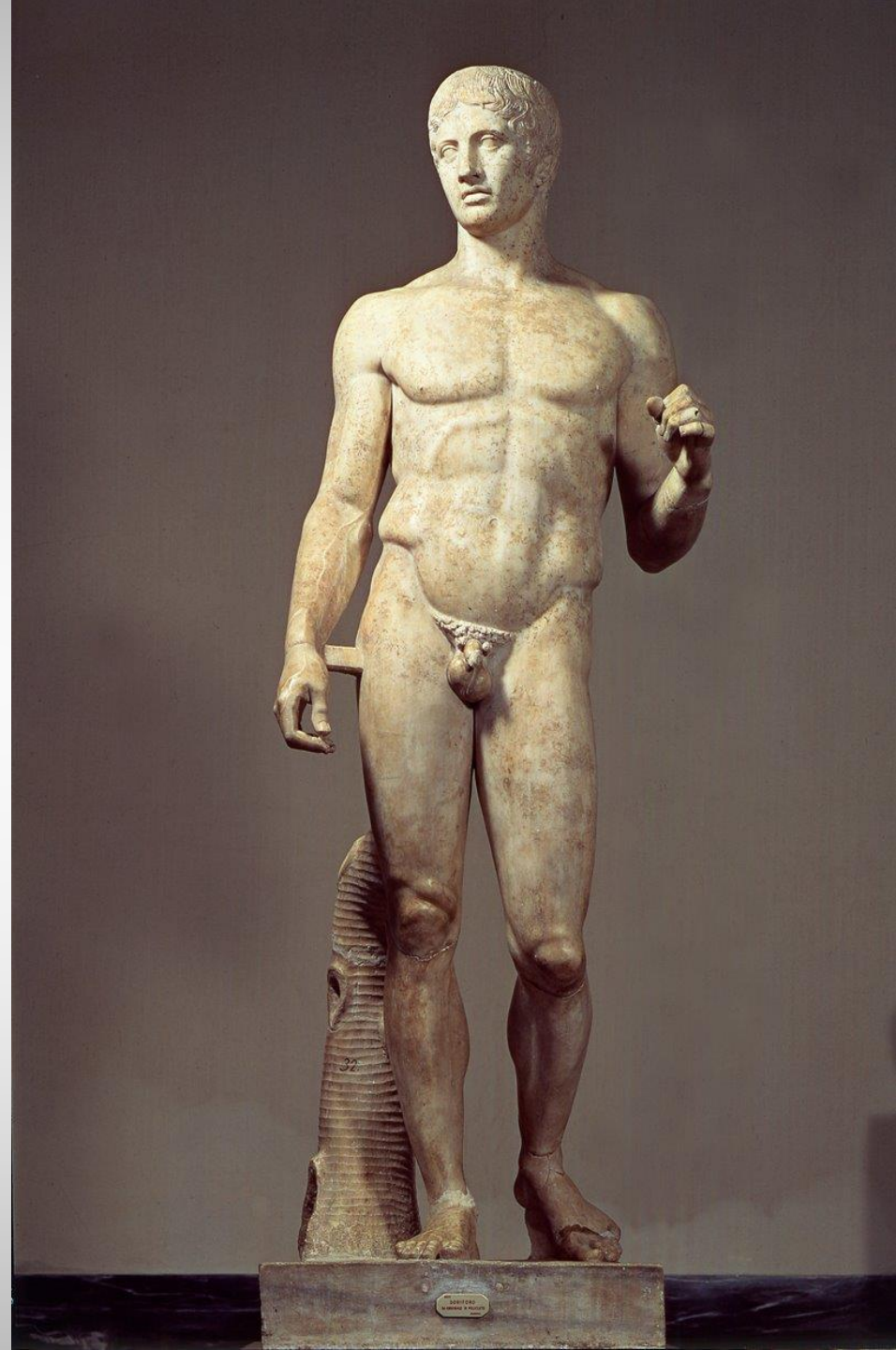
Estas palabras de Walter Benjamin confirman el proceso que yo estaba iniciando. Esta nueva forma de trabajo me permitió diversificar las posibilidades de ocupación de nuevos espacios, al mismo tiempo que conectaba con otro tipo de sensibilidades.

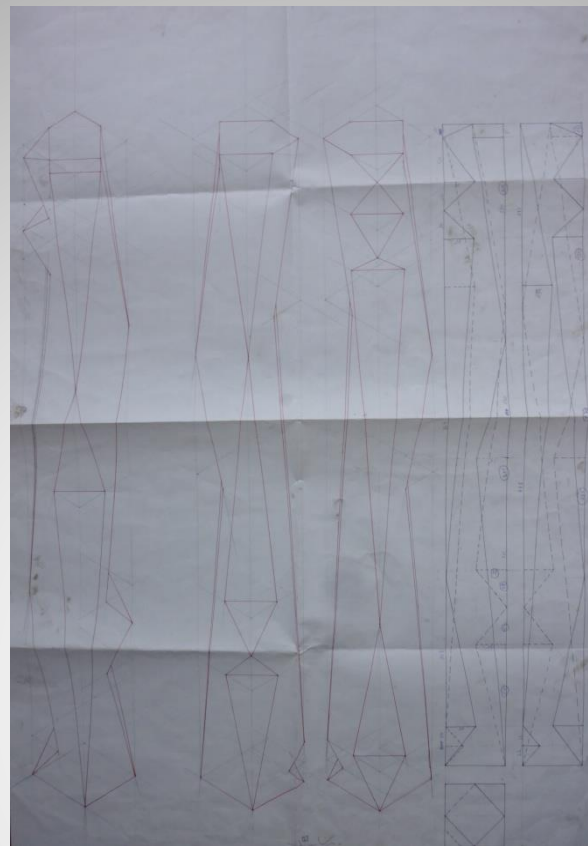
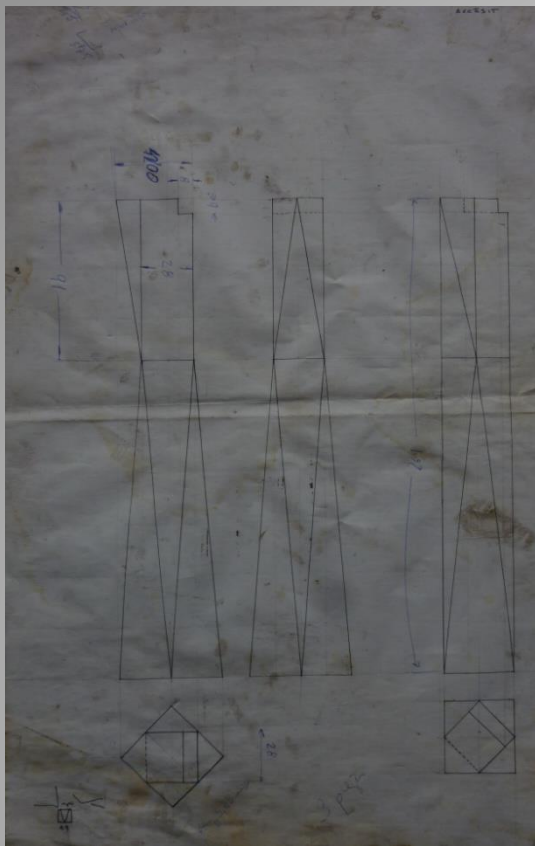


Esta evolución en mi proceso de producción en ningún momento resultó forzada. La nueva técnica se ajustaba a mi forma de proceder para conseguir las geometrías que me interesaban. Estas formas se caracterizan por poder ser traducidas con facilidad utilizando sistemas de representación geométrica con cualidades objetivas. Los sistemas proyectivos siempre han sido una eficaz herramienta sobre la que pude apoyar mi trabajo, facilitándome antes de realizar la pieza lecturas simultaneas desde diferentes puntos de vista así como las modificaciones perceptivas referidas a la distancia.



Los griegos y los  
romanos ya conocían  
medios de  
reproducción técnica  
de obras de arte. Esta  
reproductibilidad  
condiciona el  
comportamiento del  
público con el arte,  
revitalizando esta  
práctica y difundiendo  
con mas amplitud la  
obra del artista.



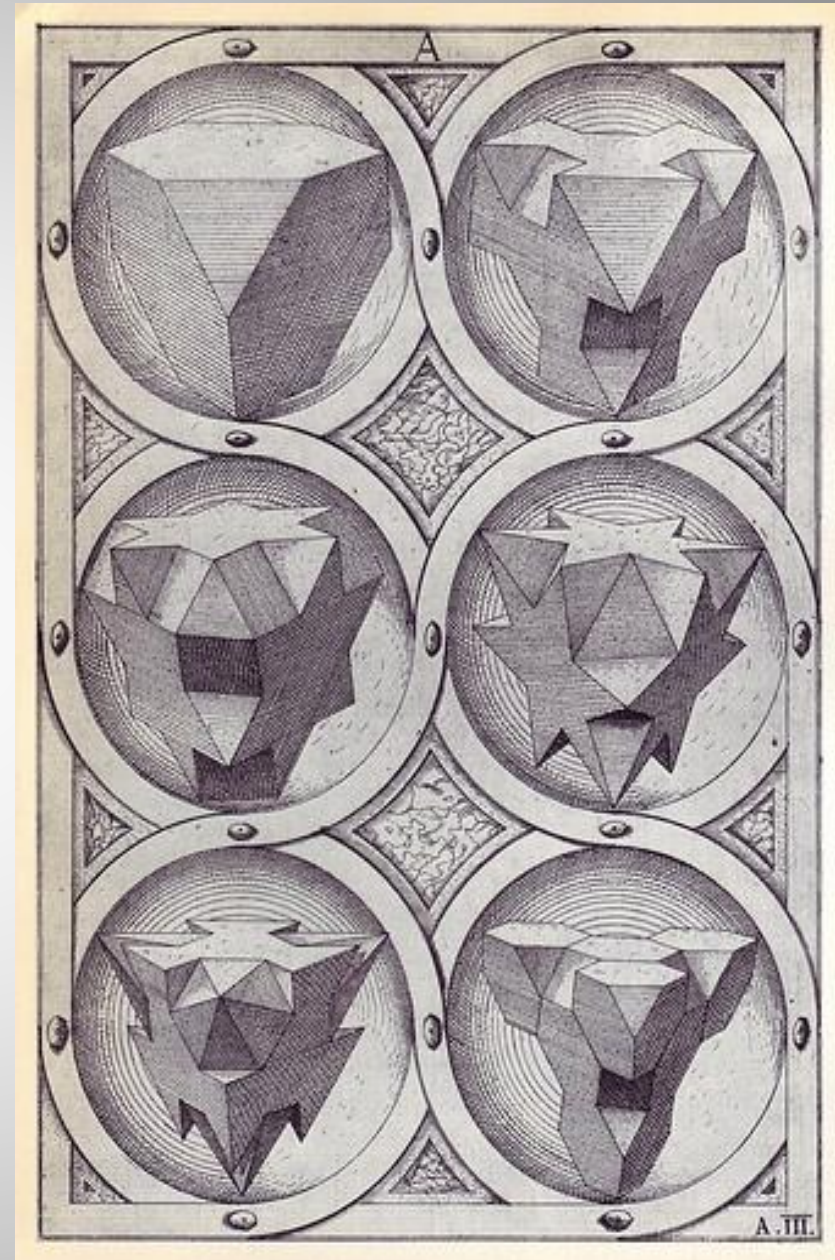


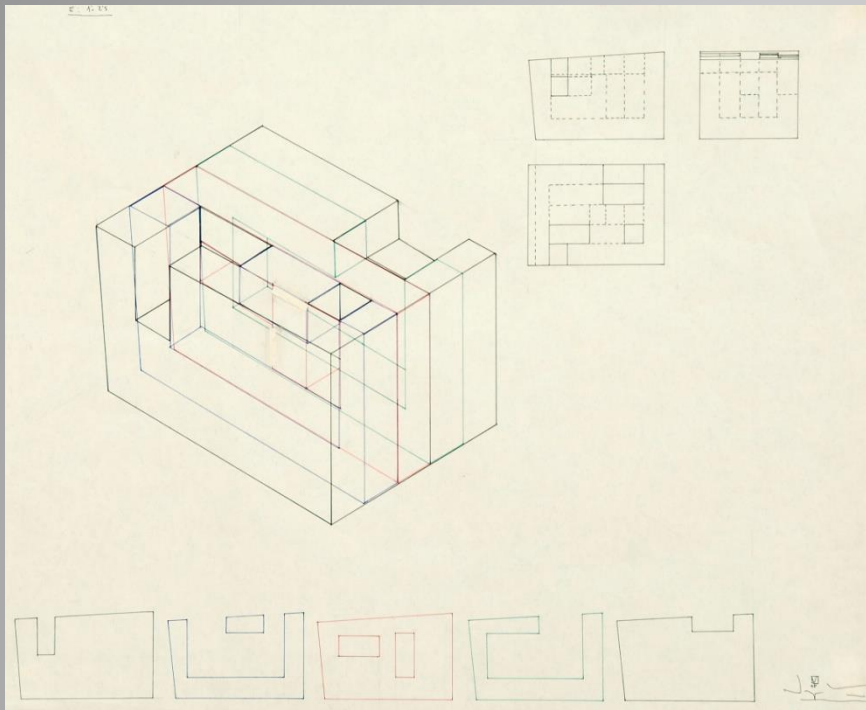
Las primeras esculturas fresadas cubrieron mis expectativas. Había conseguido encontrar una forma de trabajo en la que solo necesitaba dibujar para que se pudieran construir mis piezas. Ya no era necesario hacer maquetas o modelos preparatorios. Esta forma de proyectar se asemejaba a la de los arquitectos o ingenieros. Resulta imprescindible por tanto el buen entendimiento con el taller de fabricación.



# Dibujo

El dibujo geométrico es métrico como su nombre indica y se constituye como lenguaje objetivo, concreto y universal, lo que permite una comunicación precisa con el contexto industrial. En este sentido, las palabras del geómetra Wentzel Jamnitzer con el que me veo identificado resultan ilustrativas: *“aunque unos y otros tratan su práctica de modo mas o menos personal, todos sin embargo se ven conducidos por los mismos principios”*.



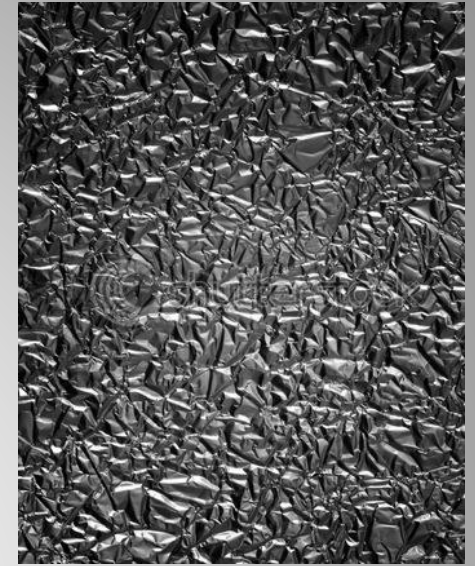


Dibujando intento encontrar una identidad diferenciada de los supuestos materiales que me rodean, una figura que se haga efectiva como disrupción en la continuidad que se desenvuelve en mi discurrir. El papel dibujado es el intermediario entre el objeto materializado y las especulaciones proyectivas que se cuecen en mi pensamiento.





Mi forma de entender el proceso de construcción es similar a la de Miguel Ángel o Jamnitzer. Imagino un bloque o cuerpo sólido al que debo sustraer la materia sobrante para encontrar la belleza efectiva latente en el material cuando la luz incida sobre las superficies talladas.



## **El Aluminio.**

El alumbre ya se empleaba en Grecia y Roma como mordiente en tintorería y como fármaco astringente. Pero como material constructivo se trata de un metal joven aislado en 1827 por primera vez por Fredrich Wöhler. En un principio, precisamente por su dificultad para aislarlo, fue considerado un metal precioso. La invención de la dinamo de Siemens en 1866 y el proceso Bayer de transformación en 1889 permitiría el desarrollo de su producción industrial. De las 6.700 toneladas producidas de este metal en 1900, se pasó a 2.000.000 en 1943 y a 33,1 millones en el 2006.



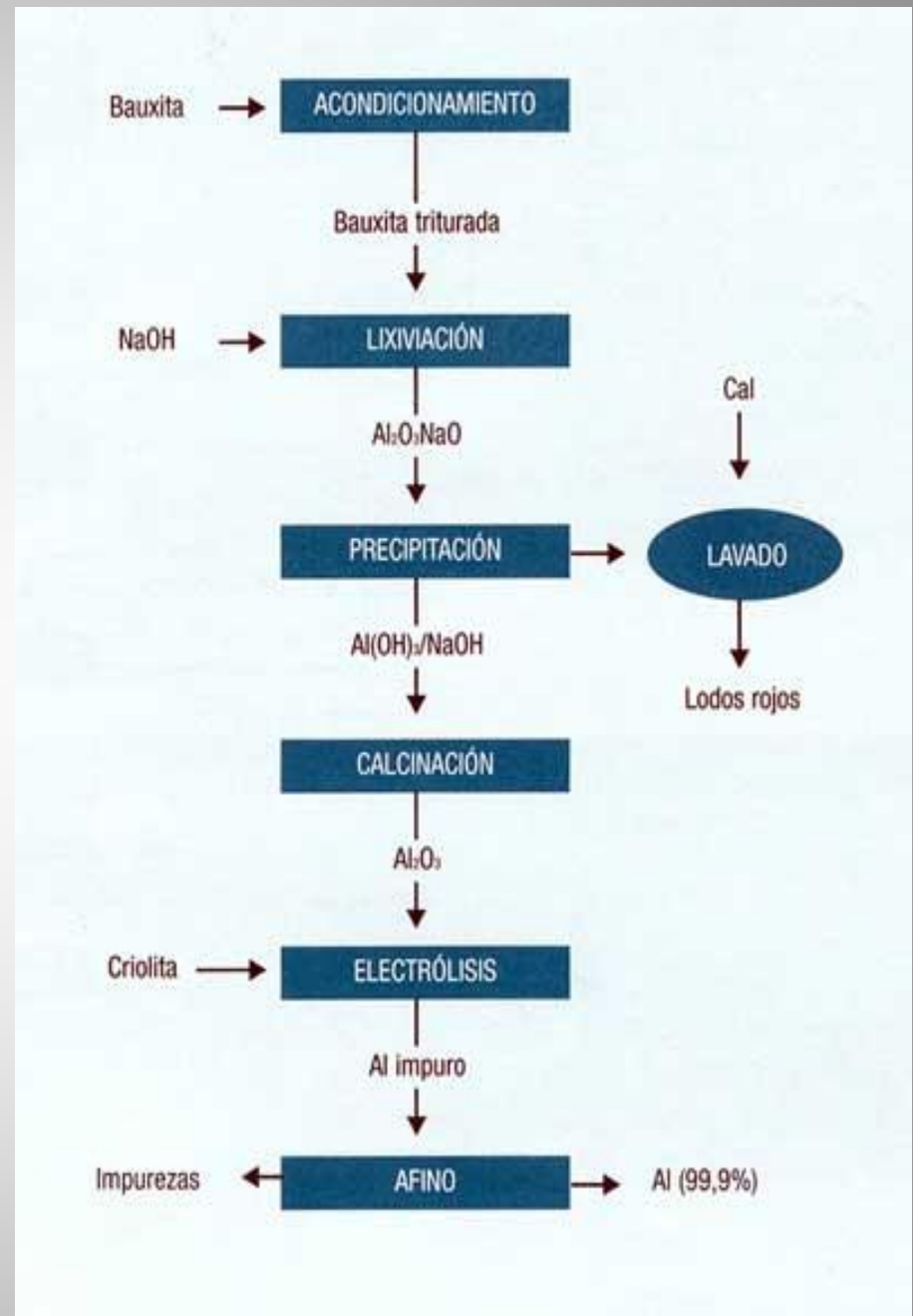
Por las características citadas este material tardará en implantarse como material industrial. En escultura será Albert Gilbert en 1893 el precursor de la utilización de este metal fundiendo la famosa estatua de Picadilly: “*Ángel de la caridad cristiana*” o “*Eros*”, para los menos religiosos que ven a esta figura como la simbolización del Conde de Shaftesbury que lanza flechas hacia el Soho por encontrarse allí los ambientes mas sórdidos de Londres.





Durante el transcurso del siglo XX no será utilizado con mucha asiduidad. Jorge Oteiza en *"Mujer con niño mirando al cielo"*, los minimalistas sin apenas transformar, Tomas Schutte, Richard Deacon, Ana Laura Alaez... Salvo actualmente David Rodríguez no conozco muchos artistas que se caractericen por la exclusividad de su empleo.

Aluminio (Al), número atómico 13, es el tercer compuesto químico más abundante en la corteza terrestre después del oxígeno y el silicio. Se encuentra en muchos silicatos pero como metal se obtiene de la bauxita extraída por primera vez en Les Baux (Francia). A partir de este mineral se obtiene la alúmina u óxido de aluminio mediante el proceso Bayer. El proceso es el siguiente: 1) lavado de la bauxita utilizando sosa caustica, 2) disolución de los minerales de aluminio, 3) re-cristalización del hidróxido de aluminio de la solución a 900° para producir alúmina  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , 4) obtención del metal al reducir esta alúmina por electrolisis.







La producción del metal es cara. Se necesita mucha energía y mucha materia prima para su obtención. Para conseguir una tonelada de aluminio se necesitan cuatro de bauxita mas media de carbono. Sin embargo su baja densidad  $2698,4 \text{ Kg}$  le sitúan como un material de gran interés por sus posibilidades en aplicaciones constructivas. Esta baja densidad unida a su resistencia a la corrosión y la mejora de sus propiedades mecánicas una vez que es aleado procura el que sea el metal mas utilizado después del acero, imprescindible actualmente en la industria como material estructural. En ciertas ocasiones puede ser buen un sustituto del cobre como conductor eléctrico.





Otro proceso de transformación diferente al mecanizado que también se aplica con este material es la fundición. La fundición mediante molde de arena ( $\text{SiO}_2$ ) se utiliza para conseguir elementos estructurales de grandes dimensiones u objetos que no exijan mucha precisión. Los moldes metálicos permiten llenar varias piezas y aumentar la calidad de las producciones. Existe una tercera posibilidad de fundido que consiste en inyectar el metal en el molde a presión para optimizar de ese modo su llenado. Mediante estos procesos se pueden obtener pequeñas piezas para mecánica dental o elementos destinados a grandes estructuras.



El aluminio en pocas ocasiones se utiliza en estado puro debido a sus insuficientes propiedades mecánicas, pero al alearlo con cobre (3-5 %) o manganeso (Mn 0,25-1 %) éstas mejoran considerablemente. Químicamente el aluminio oxida creando una película de óxido que detiene la corrosión. Se debe tener en cuenta que el cobre aumenta sus posibilidades de corrosión. Para el trabajo que vengo desarrollando he utilizado las aleaciones: *SERTU-DUR* (aleación de magnesio y manganeso) idónea para mecanizar y con buen comportamiento en medios naturales extremos (ambientes marinos) y *SERTU-MAG* (aleación de magnesio y silicio) resistente a la corrosión y con buenas cualidades para ser sometido a soldadura.



## Mecanizado

Consiste en conformar un material mediante el arranque de virutas utilizando máquinas-herramientas diseñadas con potentes y robustos cabezales que giran a muchas revoluciones por minuto (30.000). Con el aluminio se necesita menos esfuerzo y energía que con otros metales de mayor densidad (mecanizado rápido). Precisamente con este material es necesario aumentar las velocidades de corte al máximo para evitar el embotado de la herramienta, ya que su baja densidad la embota. Estas deben tener mayores ángulos de desprendimiento para facilitar el desalojo de viruta.

La máquina empleada para mecanizar mis obras es la fresadora. Estas máquinas las inventó en 1818 Eli Whitney en Connecticut para fabricar fusiles. En 1848 Frederick W.

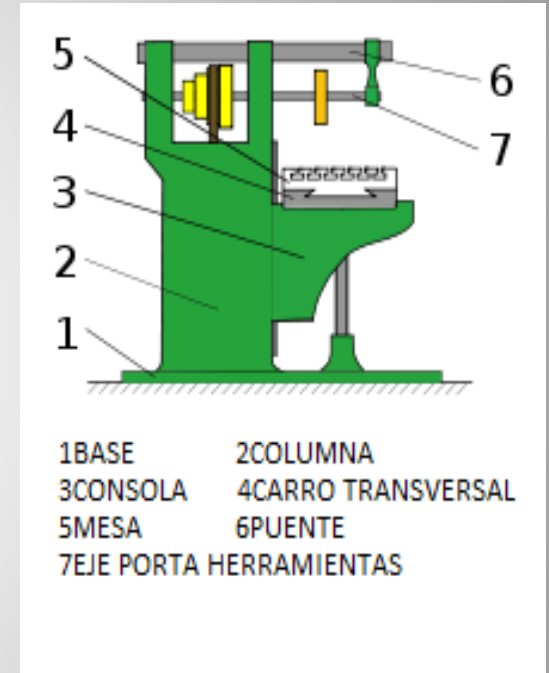
Howe desarrolló la primera fresadora universal que permitió el copiado de perfiles. Según pasó el tiempo se fueron perfeccionando hasta que en 1894 el francés R. Hure diseñó un cabezal universal que permitió adoptar a la herramienta diferentes posiciones, ampliando de ese modo las posibilidades de mecanizado. Ya en la década de los cuarenta del siglo XX, John T. Parsons junto a Frank L.

Stulen desarrollaron el control de estas máquinas numéricamente por computadora (C.N.C.) configurando la superficie de contorno de las alas de un helicóptero. Esta máquina utilizada para realizar algunos de mis trabajos está concebida para que refiera todas sus operaciones en función de dos posiciones relativas entre si, la de la herramienta que trabaja y la del objeto sobre el que se ejercen las transformaciones.



## Elementos de una fresadora:

- Base: asienta la herramienta al plano del suelo.
- Columna: es el cuerpo o bastidor de la máquina y está unida sólidamente a la base. Ambas son de fundición aleada.
- Consola: sirve de apoyo de la mesa soporte que se desliza verticalmente gracias a unas guías rectificadas situadas en la parte frontal de la columna.
- Carro: se apoya sobre la consola.
- Mesa: El carro le transmite unos movimientos longitudinales y transversales que facilitan la mecanización. Sobre el se sitúa el objeto a mecanizar.
- Puente: Es una pieza apoyada en voladizo en la parte superior del bastidor
- Eje portaherramientas: se coloca sobre el puente. Estos dos elementos permiten colocar las fresas que realizan un movimiento de rotación transmitido por el mecanismo alojado en el interior del bastidor.



Estas maquinas se clasifican en dos grandes grupos:

1) Según la orientación del eje de giro de la herramienta.

Horizontal: utiliza fresas cilíndricas montadas sobre un eje horizontal. Realiza trabajos de rasurado.

Vertical: el eje está situado verticalmente. Pueden ser de bancada o de torreta. En las de torreta el husillo del eje se mantiene fijo y es la mesa la que efectúa los movimientos necesarios para el fresado.

Universal: admite ejes horizontales y verticales.

2) En función del número de ejes se determinan los grados de libertad según el movimiento axial entre modelo y herramienta.

Tres ejes: el movimiento se controla en los tres ejes cartesianos.

Cuatro ejes: se permite girar a la pieza sobre un eje. Se utiliza mucho para piezas cuya superficie se genera según un patrón cónico.

Cinco ejes: a los tres ejes cartesianos se suman dos mas. Estas máquinas permiten realizar operaciones de fresado o de fresado-torneado en un solo ciclo en piezas de construcción compleja.



Las fresadoras C.N.C. posibilitan la automatización programable de la producción, con la ventaja de no tener que mover la pieza una vez que se ha introducido el programa de producción correspondiente, que controla los desplazamientos de los ejes de la máquina según un sistema de coordenadas numérico. Su aplicación industrial se orienta a seriaciones medias de piezas.

En la ejecución de mis trabajos se ha empleado generalmente una fresadora vertical de tres ejes. El movimiento de avance correspondiente al eje x lo procura la mesa, el del eje y, el carnero, y el del z, el cabezal.







Dadas las dimensiones de las piezas que vengo realizando, las fresadoras existentes en los talleres que conozco son suficientes para ejecutar las tareas que éstas requieren. No obstante para tallar las placas de la mayor escultura (800 x 100 x 14 cm) de la obra *“Una señal, un saludo”*, me vi obligado a buscar una máquina de unas dimensiones mayores de las habituales.



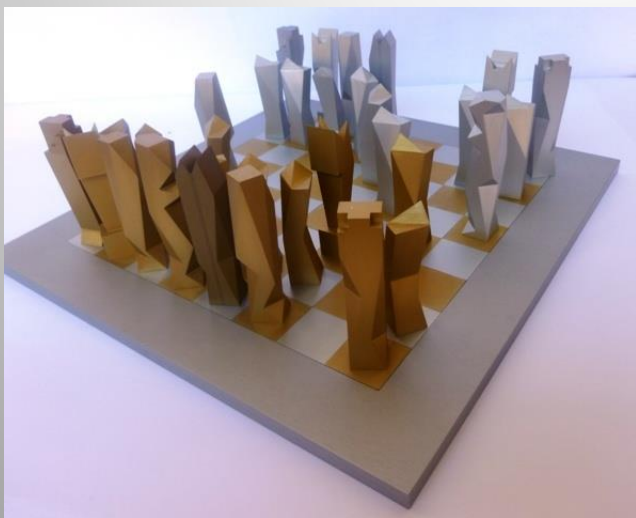
Las fresas son las herramientas encargadas de cortar el material. Estas se montan en el eje a través de un mandril o manguito adaptador. Las formas y el tamaño varían en función de la operación que se vaya a realizar y del material que se quiera mecanizar. Generalmente son de acero rápido o de carburo de tungsteno (widia).





Las operaciones mas frecuentes realizadas con fresadora son: planeado, fresado en escuadra, cubicado, corte, ranurado recto, ranurado con forma, ranurado de chaveteros, copiado como pantógrafo, fresado de cavidades y fresado de roscas.





# BIBLIOGRAFÍA

- Es.wikipedia.org/wiki/Aluminio.
- Flynn Tom. **El cuerpo en la escultura**. Ediciones Akal S.A. Madrid 2002.
- Navarro de Zuvillaga Javier. **Forma y representación. Un análisis geométrico**. Ediciones Akal. Madrid 2008.
- A.A.V.V. catalogo exposición **Oteiza mito y modernidad**. Guggenheim Bilbao Museoa, y Sociedad Estatal para la Acción Cultural Estatal. Madrid 2005.
  - A.A.V.V. **Richard Deacon**. Phaidon Press Limited. London 1995.
- A.A.V.V. **Minimal Art**. Diputación Foral de Guipuzcua, Koldo Mitxelena Kulturunea. Donosti 1996,
  - Zabalbeascoa Anatxu- Rodriguez Marcos Javier. **Minimalismos**. Gustavo Gili. Barcelona 2000.
    - Materias.fcyt.umss.edu.bo/tecno-II/PDF/cp-22-pdf
    - Edicionsupc.es/ftpublic/pdfmostra/QU00901M.pdf
  - Coca Pedro- Company Bueno. **Manual del aluminio**. Editorial Reverte S.A. Barcelona 1992.
    - Metalia.es/guiadeempresas/SertuAluminio/default.asp
      - Es.wikipedia.org/wiki/Fresadora
- Benjamin Walter. **La obra de arte en la época de su reproductibilidad técnica**. Editorial Ítaca. Mexico D.F. 2003.
  - concurso. Cnice.mec.es/cnice2005/2\_mecanizado\_fresadora/curso/in
    - Jamnitzer Wentzel. **Perspectiva corporum regularium**. Ediciones Siruela S. A. Madrid 2006.
- A.A.V.V. **“Modelos de la representación visual”- Desarrollo de aprendizaje y modelos de representación de la forma**. Investigación dirigida por Javier Navarro de Zuvillaga. 2009.
- A.A.V.V. **La representación de la representación danza, teatro, cine, música**. Ediciones Cátedra. Madrid 2007.